

**Tata cara penyiapan benda uji tanah yang digraut dengan bahan kimia di laboratorium untuk mendapatkan parameter kuat desain**

## DAFTAR ISI

	Hal.
DAFTAR ISI.....	i
1. Ruang Lingkup.....	1
2. Acuan .....	1
3. Kegunaan.....	1
4. Peralatan.....	1
5. Ukuran Benda Uji.....	2
6. Pencetakan Benda Uji .....	2
7. Injeksi Bahan Graut.....	3
8. Perawatan Benda Uji.....	3
9. Laporan.....	3
Lampiran A : Daftar Istilah.....	4
Lampiran B : Gambar.....	5
Lampiran C : Daftar Nama Dan Lembaga.....	8



## Tata cara penyiapan benda uji tanah yang digraut dengan bahan kimia di laboratorium untuk mendapatkan parameter kuat desain

### 1. Ruang Lingkup

1.1. Tata cara ini mencakup penyiapan benda uji tanah yang digraut dengan bahan kimia di laboratorium untuk digunakan pada uji laboratorium guna menentukan parameter kuat desain.

Catatan 1 : Tata cara ini tidak dapat digunakan untuk menyiapkan benda uji dengan menggraut campuran dengan waktu pengentalan lebih pendek dari waktu yang diperlukan untuk menjenuhkan benda uji dengan bahan graut.

1.2. Benda uji digunakan untuk penentuan kuat tekan dan modulus pada uji tekan pada kondisi bebas dan terkekang.

Catatan 2 : Tata cara penyiapan benda uji yang digunakan untuk keperluan lain dijelaskan pada standar ASTM D 4219 dan D 5202.

1.3. Tata cara ini memerlukan injeksi bahan graut ke dalam benda uji yang telah dibuat pada kepadatan yang dikehendaki.

1.4. Nilai-nilai dinyatakan dalam satuan SI.

### 2. Acuan

- ASTM D 4219 Test Method for Unconfined Compressive Strength Index Test of Chemical-Grauted Soil.
- ASTM D 4320 Method for Laboratory Preparation of Chemically Soil Specimen for Obtaining Design Strength Parameter
- ASTM D 5202 Test Method for Determining Triaxial Compressive Creep Strength of Chemical Greated Soil.

### 3. Kegunaan

Kegunaan dari tata cara uji ini adalah untuk menyiapkan benda uji tanah yang telah digraut dengan bahan kimia pada pengujian tekan bebas atau trisumbu, untuk keperluan desain.

### 4. Peralatan

4.1. *Cetakan*, Cetakan dibuat sedemikian rupa sehingga memungkinkan benda uji dapat dikeluarkan tanpa menggunakan tenaga dorong. Cetakan dapat digunakan untuk menyiapkan sebuah atau lebih benda uji (Bagian luar cetakan benda uji ganda harus ditandai untuk mengetahui ujung-ujung benda uji tunggal yang diinginkan). Cetakan harus menghasilkan benda uji dengan perbandingan panjang dengan garis tengah antara 2 sampai 3 dan harus mempunyai ketelitian  $\pm 0,25$  mm pada garis tengah dalam. Cetakan harus mempunyai penutup atas dan bawah yang didesain untuk mencegah bocoran bahan graut selama injeksi.

Catatan 3 : Cetakan yang memuaskan, seperti Gambar 1, dapat dibuat dari tabung akrilik yang telah dibelah memanjang menjadi 3 bagian (lihat Gambar 2) yang memungkinkan cetakan dapat dirakit dan dibuka menggunakan tutup karet silikon dan klem. Cetakan yang sama dapat dibuat dengan membelah tabung memanjang dengan satu celah yang sempit (Gambar 3), ditutup dengan klem sekeliling tabung dan dapat dibuka kembali bila klem dilepas, sehingga benda uji terlepas. Bocoran dapat dicegah dengan menutup celah dari dalam menggunakan pita. Tutup yang memuaskan pada ujung-ujungnya dapat dibuat dengan melekatkan penutup pada tabung atau dengan batang pengikat luar untuk menahan penutup di tempatnya.

4.2. *Sistem Injeksi Graut*, Sistem injeksi terdiri dari komponen-komponen berikut (lihat Gambar 5).

4.2.1. *Tangki Pencampur*, mampu menahan tekanan sampai 207 kPa tanpa bocor dan dapat menampung seluruh volume bahan graut yang diinjeksikan pada sekali operasi graut. Tangki harus mempunyai alat pengaduk internal (seperti roda kayuh) atau dimungkinkan penggunaan pengaduk magnetik. Tangki dihubungkan dengan sumber tekanan udara yang teratur dan alat ukur tekanan.



Catatan 4 : Alternatif lain, dapat digunakan satu set pompa yang sebanding. Alat tersebut dapat bermanfaat bila waktu pengentalan bahan graut terlalu pendek untuk menggunakan peralatan injeksi tangki tekan secara efektif.

4.2.2. *Pipa*, diperlukan pipa yang mampu mengalirkan bahan graut dari tangki pencampur ke cetakan benda uji atau cetakan yang akan diinjeksi. Katup alir yang terletak dekat inlet injeksi cetakan dapat digunakan untuk mengeluarkan gelembung udara yang terperangkap pada pipa graut sebelum mengalir masuk ke benda uji.

4.3. *Timbangan*, Timbangan dengan kapasitas 1000 gram dengan ketelitian 0,1 gram.

4.4. *Peralatan Lain*, Peralatan seperti sendok, mangkok timbang dan sebagainya, untuk mengambil dan menimbang tanah dan bahan-bahan graut kering, literan untuk menarik air dan bahan-bahan graut cair, alat penumbuk atau alat penggetar, atau keduanya untuk pemadatan benda uji sampai kepadatan yang diinginkan, ayakan nilon dengan lubang yang cukup kecil untuk menahan tanah yang akan digraut tetapi sebaliknya harus sebesar mungkin, dan gunting pemotong.

4.5. *Alat Perata*, Pelat perata yang dipasang pada tongkat dengan panjang yang cukup sehingga pelat dapat digerakkan tegak lurus sumbu panjang cetakan pada berbagai ketinggian di dalam cetakan, dapat ditempatkan di dalam cetakan dengan jarak bebas kira-kira 6 mm.

4.6. *Ruangan atau Almari Lembab* - Ruang atau almari lembab yang mampu mengatur suhu  $23,0 \pm 1,1$  °C dan kelembaban relatif tidak kurang dari 90% untuk perawatan lembab benda uji.

Catatan 5 : Penyimpangan dari kondisi perawatan standar harus dicatat pada laporan.

## 5. Ukuran Benda Uji

5.1. Benda uji untuk pengujian tekan harus betul-betul berbentuk silinder lingkaran dengan garis tengah minimum 36 mm. Tinggi harus antara 2 sampai 3 x garis tengah.

## 6. Pencetakan Benda Uji

6.1. Dapat digunakan cetakan benda uji tunggal atau ganda.

6.2. *Pembentukan Benda Uji Tanah* - Cetakan yang akan digunakan dirakit (tutup atas dilepas) dan pegang vertikal dengan kokoh, sementara contoh tanah disiapkan dengan prosedur sebagai berikut :

6.2.1. Selembar kasa halus "inert" (yang tidak dapat bereaksi dengan bahan kimia graut) ditempatkan di atas inlet graut pada bagian bawah cetakan untuk menahan bahan penyaring.

Catatan 6 : Istilah "inert" mengacu pada bahan yang tidak dapat bereaksi dengan cara apapun dengan komponen dari bahan graut khusus yang sedang digunakan.

6.2.2. Bagian bawah cetakan diisi satu lapis (12,5-25,4 mm) pasir kasar atau kerikil kecil yang berfungsi sebagai penyaring untuk mengalirkan graut ke seluruh bagian benda uji.

6.2.3. Masukkan alat perata dan haluskan permukaan bahan penyaring tegak lurus sumbu panjang cetakan. Keluarkan alat perata dan masukkan selembar kasa halus inert yang mempunyai garis tengah tidak lebih kecil 2,5 mm dari garis tengah dalam cetakan. Letakkan kasa rata pada permukaan bahan penyaring.

6.2.4. Tanah yang akan digraut ditempatkan lapis demi lapis dan dipadatkan sampai kepadatan yang diinginkan.

Catatan 7 : Pemadatan dapat dilakukan dengan penumbukan, penjatuhan atau penggetaran. Metode yang digunakan harus dicatat dalam laporan. Pengendalian kepadatan yang memuaskan dapat dicapai dengan menimbang tanah secukupnya untuk menghasilkan lapisan setebal 25 mm pada kepadatan yang diinginkan dan memadatkan tanah tersebut sampai tebal lapisan 25 mm tercapai. Jika digunakan cetakan benda uji ganda, ayakan "inert" harus diselipkan pada celah diantara benda uji, seperti yang tertulis pada bagian luar cetakan. Saat bagian atas benda uji dipadatkan dan ayakan "inert" terletak ditempatnya, pasang sarungan atas seperti pada butir 6.2.2 dan pasang penutup atas.



6.2.5. Alternatif lain, cakram berpori dapat ditempatkan pada bagian atas dan bawah dari benda uji sebelum digraut, sehingga benda uji kelak tidak memerlukan penutupan. Cakram harus mempunyai porositas sama atau lebih besar dari porositas dari benda uji yang belum digraut dan harus sesuai dengan ukuran cetakan benda uji dengan perbedaan antara 0,25 sampai 0,5 mm. Bila digunakan cetakan untuk benda uji ganda, ayakan harus digunakan diantara cakram atas dan bawah yang berdekatan.

## 7. Injeksi Bahan Graut

7.1. Isi tangki injeksi bahan graut dengan air yang volumenya setara dengan tiga kali volume pori dalam contoh tanah, dan pompakan air tersebut melalui benda uji dari bawah ke atas dengan tekanan 34,5 kPa atau kurang untuk menaikkan kejenuhan. Jika proses ini memerlukan waktu kurang dari 30 menit, biarkan contoh tanah tetap terisi air sampai waktu 30 menit terlampaui.

7.1.1. Air ledeng dapat digunakan bila susunannya serupa dengan air tanah di lapangan, atau bila tidak mengubah sifat-sifat bahan graut dari yang diperoleh dengan air hasil deionisasi. Air hasil deionisasi dapat digunakan, bila penggunaan air ledeng diragukan. Air tanah di lapangan atau air bersih di lapangan dapat juga digunakan.

Catatan 8 : Penjenuhan awal tidak diperlukan bila tanah yang akan digraut berada di atas muka air tanah.

7.2. Tuangkan sejumlah campuran bahan graut yang telah ditentukan sebelumnya ke dalam tangki injeksi kosong dan aduk seperlunya, dengan waktu kurang dari 20% waktu pengentalan. Penggunaan baling-baling pengaduk atau pengaduk magnetik diijinkan selama waktu injeksi untuk pekerjaan graut yang dilaksanakan sama dengan di lapangan.

7.3. Gunakan tekanan udara injeksi rencana pada tangki injeksi (69 sampai 133 kPa tergantung pada kekentalan bahan graut dan waktu pengentalan) dan jaga tekanannya konstan selama proses pemompaan. Injeksi harus diteruskan sampai menunjukkan limpasan air dari dalam benda uji telah habis dan diganti dengan bahan graut. Contoh dari bahan ini dianggap sebagai pengecekan perkiraan waktu pengentalan.

7.4. Biarkan benda uji di dalam cetakan dalam waktu yang cukup lama agar dapat diambil tanpa terjadi kerusakan fisik. Untuk bahan graut yang mengandung konsentrasi silikat rendah, waktunya dapat sampai 48 jam. Untuk bahan graut dari akrilamid atau akrilit, waktu yang diperlukan mungkin hanya beberapa menit lebih lama dari waktu pengentalan.

## 8. Perawatan Benda Uji

8.1. Biarkan benda uji berada dalam cetakan selama 16 jam sebelum diuji. Setelah 16 jam benda uji boleh dikeluarkan dari dalam cetakan asalkan benda uji telah cukup keras sehingga tidak rusak bila dipegang. Benda uji yang dikeluarkan dari cetakan harus ditutup plastik atau disimpan dalam ruangan lembab, seperti dijelaskan pada butir 4.6 mulai dari saat pengentalan sampai pengujian.

Catatan 9 : Lingkungan perawatan lain, seperti membenamkan dalam air, pengeringan di udara, pembasahan atau pengeringan dapat dilakukan tergantung pada penggunaan akhir dari data yang diinginkan.

## 9. Laporan

9.1. Laporan harus meliputi hal-hal sebagai berikut :

9.1.1. Nomor identifikasi, klasifikasi, kadar air benda uji dan data fisik lain yang mungkin terkait.

9.1.2. Susunan dan perbandingan bahan graut, suhu, kekentalan, waktu pengentalan, dan sumber air.



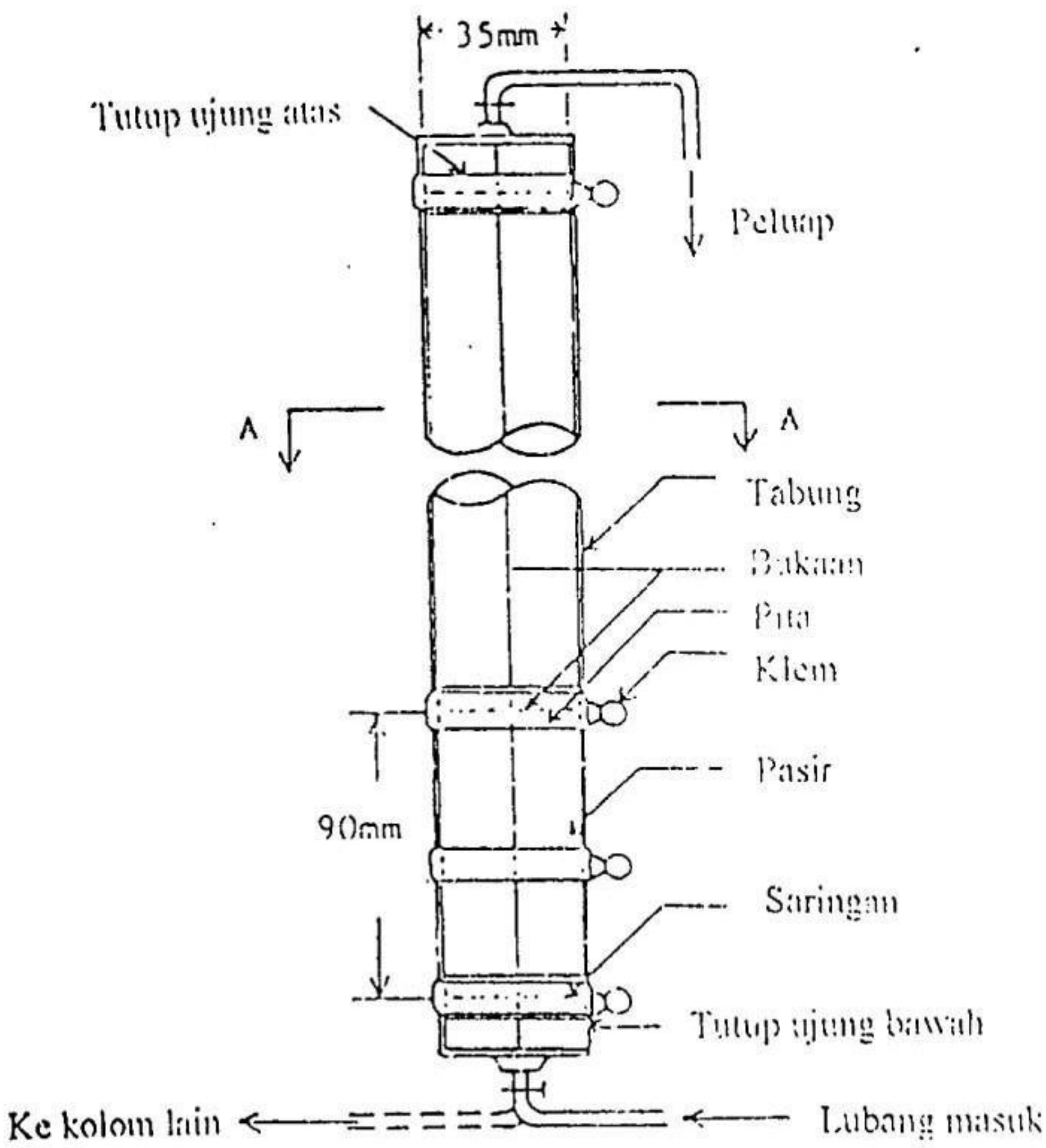
- 9.1.3. Gradasi tanah, kepadatan massa dan kepadatan kering dari benda uji yang dibentuk, dimensi dan metode pemadatan dan suhu.
- 9.1.4. Rincian tentang lingkungan dan waktu perawatan.
- 9.1.5. Penyimpangan dari standar, dan
- 9.1.6. Ukuran dari benda uji dan kepadatan massa saat pengujian.

## Lampiran A

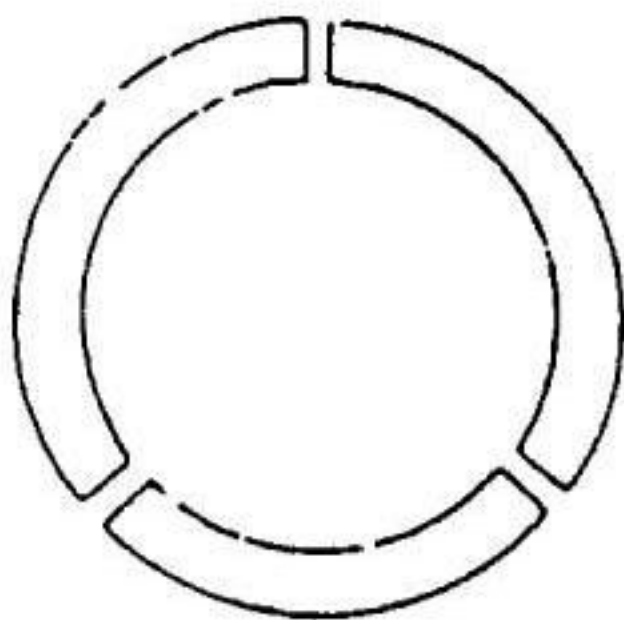
### Daftar Istilah

bahan graut kimia	:	<i>chemical grout</i>
kondisi perawatan	:	<i>curing conditions</i>
kuat tekan bebas	:	<i>unconfined compressive strength</i>
sistem injeksi graut	:	<i>grout injection system</i>
tanah yang digraut dengan bahan kimia	:	<i>chemical grouted soils</i>
tangki pencampur	:	<i>mixing tank</i>
waktu pengentalan	:	<i>gel time</i>

Lampiran B  
Gambar-Gambar

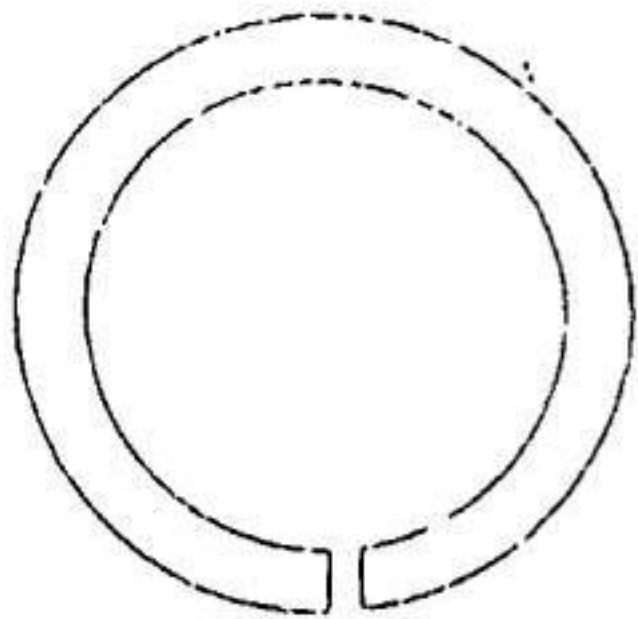


Gambar 1.  
Cetakan Benda Uji



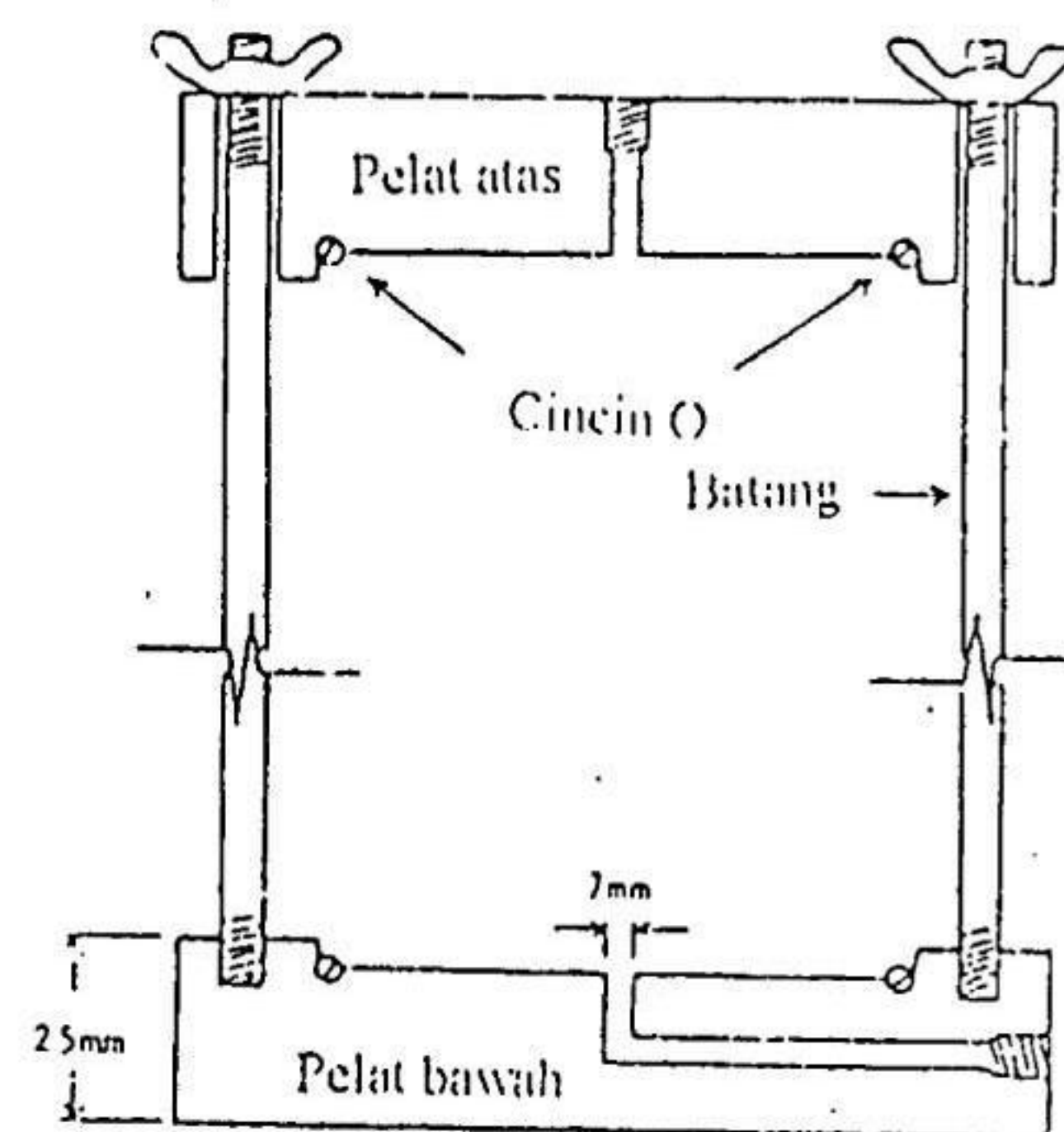
A-A

Gambar 2..  
Cetakan Benda Uji Ganda  
dengan 3 Bagian Belah

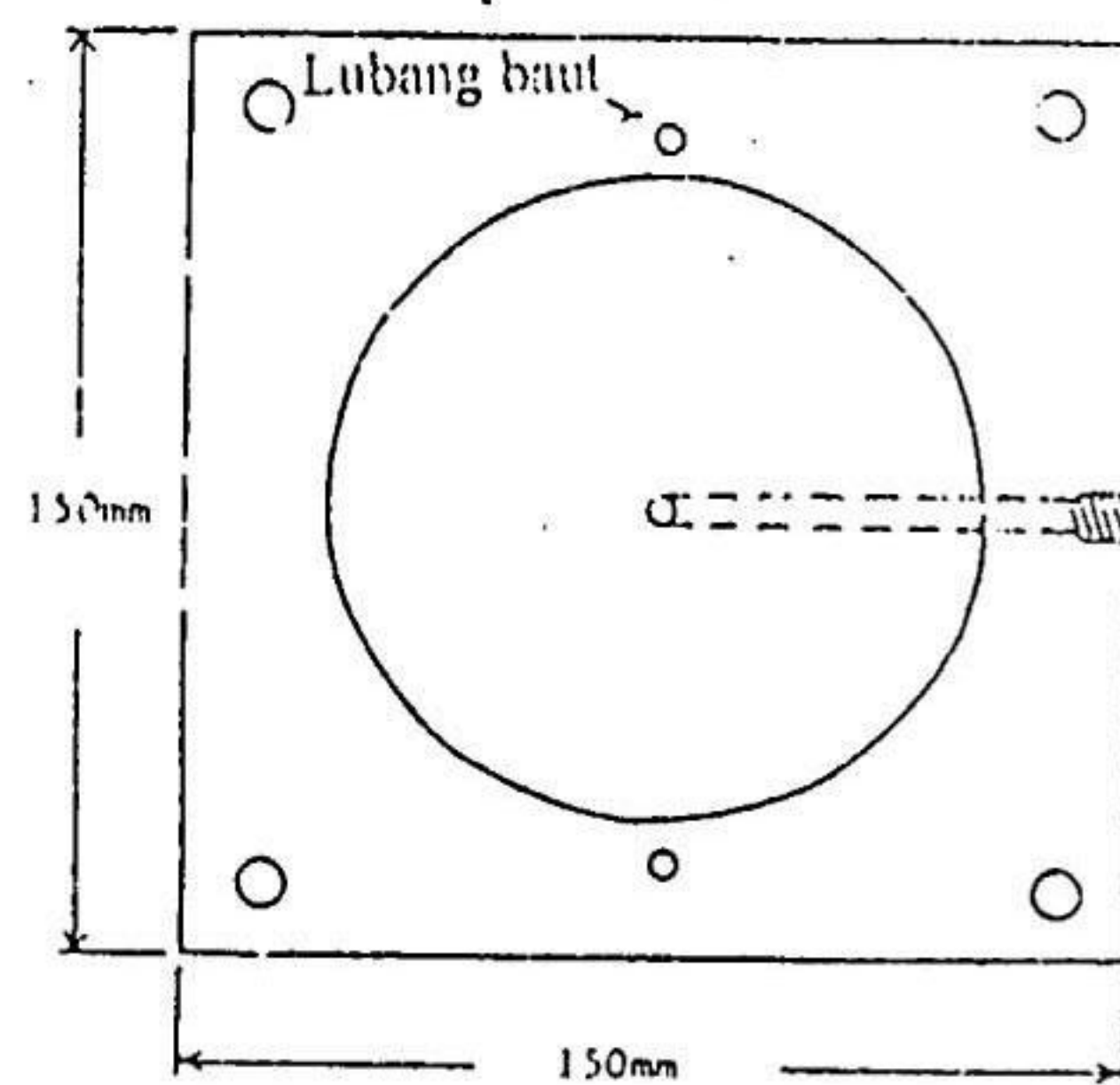


A-A

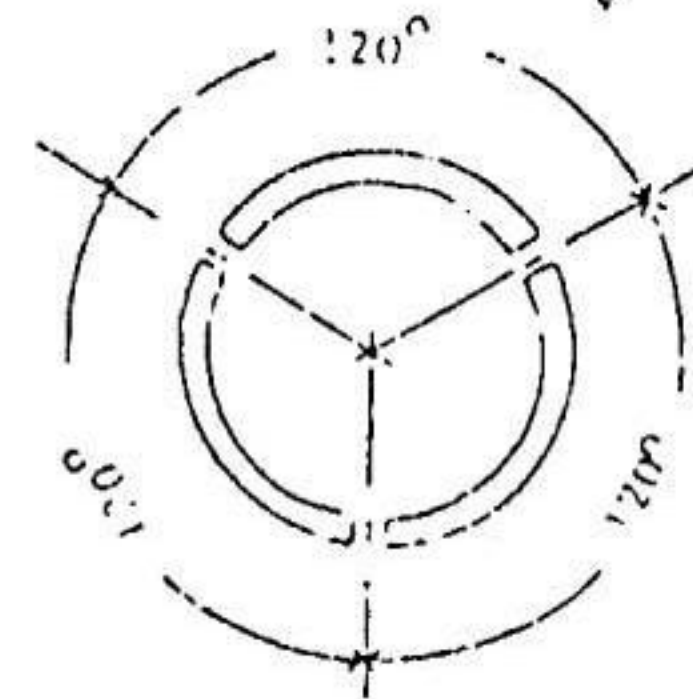
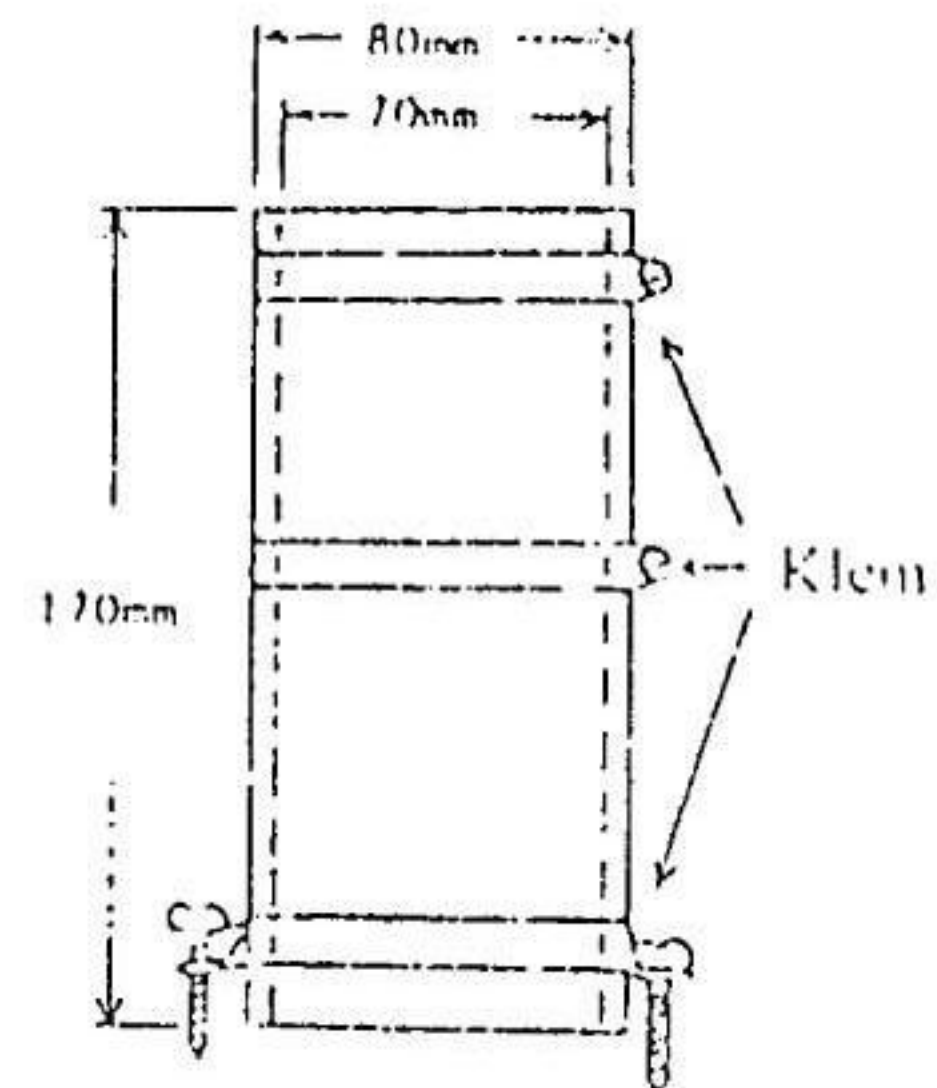
Gambar 3.  
Cetakan Benda Uji Ganda  
dengan Tabung Belah



Tampak samping



Denah pelat bawah



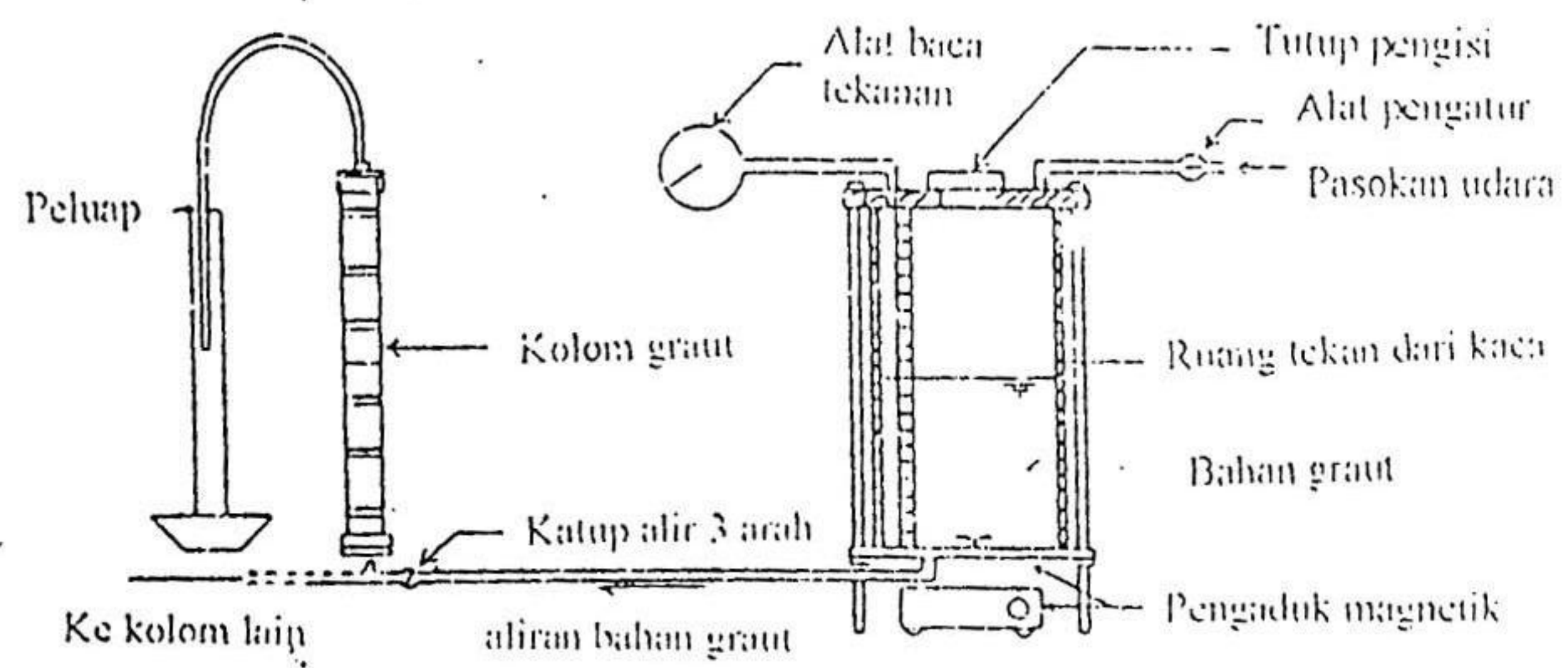
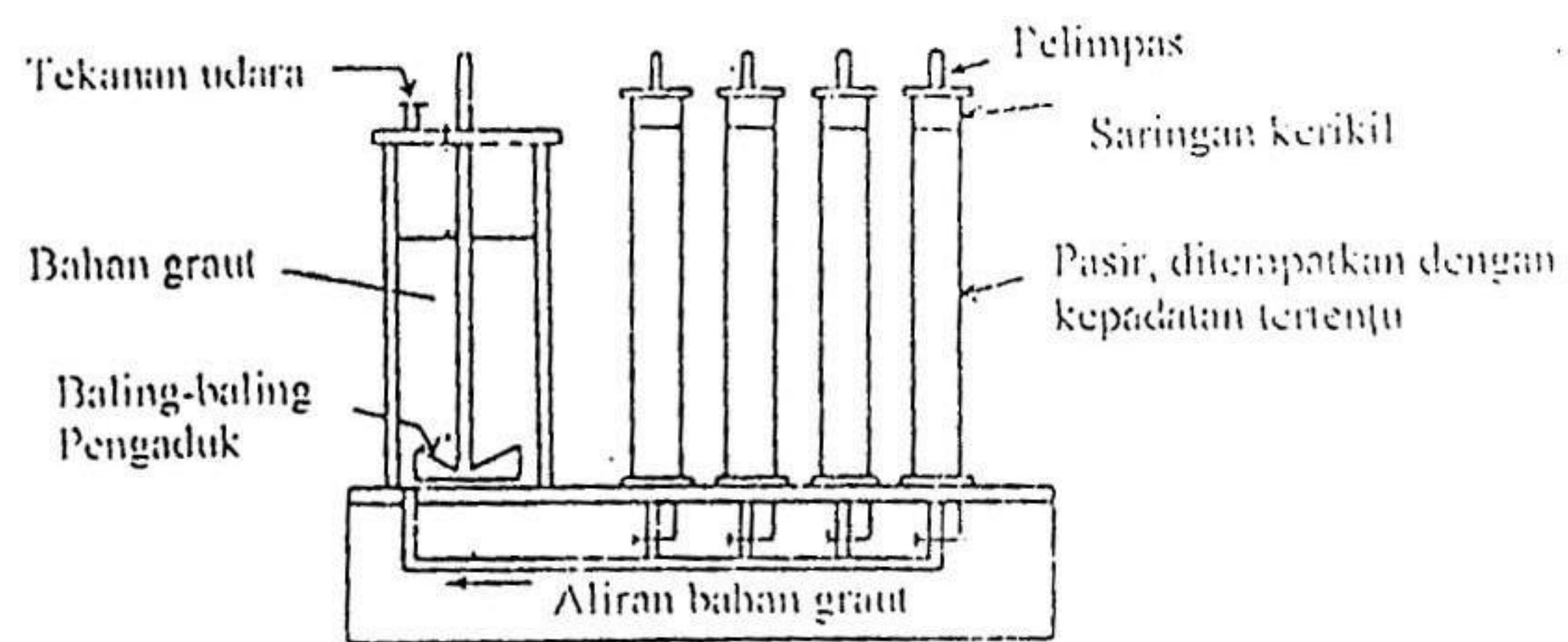
Tabung dengan 3 bagian belah.

Cetakan dapat dibuat dengan tabung 1 bagian belah

gambar tidak berskala

Gambar 4. Gambar Skematik Cetakan Benda Uji





Gambar 5. Skema Menunjukkan Sistem Injeksi





**BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN**  
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4  
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270  
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : [bsn@bsn.go.id](mailto:bsn@bsn.go.id)